

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 01216745  
PUBLICATION DATE : 30-08-89

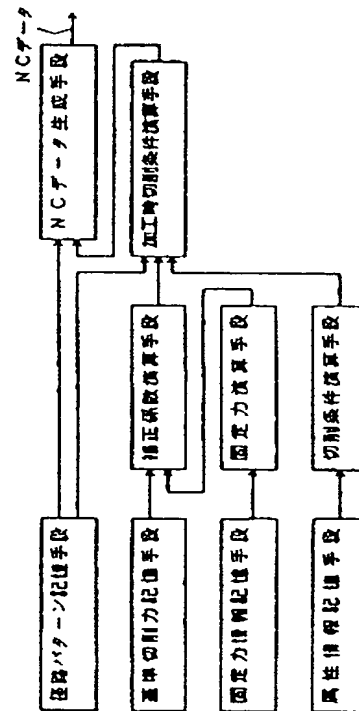
APPLICATION DATE : 24-02-88  
APPLICATION NUMBER : 63041673

APPLICANT : TOYODA MACH WORKS LTD;

INVENTOR : SAKAKURA MORIAKI;

INT.CL. : B23Q 15/00 G05B 19/403 G05B 19/407

TITLE : DEVICE FOR FORMING NC DATA



ABSTRACT : PURPOSE: To carry out machining with high efficiency by obtaining the ratio between a reference cutting force in each coordinate axis direction at the time of machining at a reference rotating speed and a reference feeding speed by using a reference tool and the fixing force on each axis as a correction factor.

CONSTITUTION: The ratio between each axis fixing force operated by a fixing force operating means based on fixing force information from a fixing force information memory means and each axis reference cutting force stored in a reference cutting force memory means at the time of machining a reference workpiece at a reference rotating speed and a reference feeding speed using a reference tool is operated by a correction factor operating means as a correction factor. The value of correcting the reference rotating speed and reference feeding speed with a specified workpiece and a specified tool from an attribute information memory means by a cutting condition operating means, and the maximum tool rotating speed and feed speed available from the machining direction of a course pattern memory means at the time of actual machining are operated by a machining-time cutting condition operating means to form NC data. Thereby, a machining time can be reduced enabling machining with high efficiency.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-216745

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

B 23 Q 15/00  
G 05 B 19/403  
19/407

識別記号

庁内整理番号

R-7226-3C  
7623-5H  
7623-5H

⑭ 公開 平成1年(1989)8月30日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 NCデータ作成装置

⑯ 特 願 昭63-41673

⑰ 出 願 昭63(1988)2月24日

⑱ 発 明 者 本 間 英 雄 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内

⑲ 発 明 者 坂 倉 守 昭 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内

⑳ 出 願 人 豊田工機株式会社 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地

㉑ 代 理 人 弁理士 藤 谷 修

明 細 書

1. 発明の名称

NCデータ作成装置

2. 特許請求の範囲

工作物を回転工具により立体加工する工作機械のNCデータを作成する装置において、

工具径路パターンを記憶した径路パターン記憶手段と、

各座標軸方向に沿って基準切削条件で加工する場合の切削力を各軸基準切削力として記憶した基準切削力記憶手段と、

工作物を固定する固定力情報を記憶した固定力情報記憶手段と、

前記固定力情報から各座標軸方向毎の固定力の総和を各軸固定力として演算する固定力演算手段と、

各座標軸方向毎の前記各軸基準切削力に対する前記各軸固定力の比を各軸補正係数として演算する補正係数演算手段と、

切削力を決定する工具及び工作物に関する属性

情報を記憶した属性情報記憶手段と、

各座標軸方向に沿って工作物を指令された工具で加工する時に前記各軸基準切削力を生じるに必要な切削条件である工具の回転数及び送り速度を前記属性情報から演算する切削条件演算手段と、

前記切削条件演算手段により演算された工具の回転数及び送り速度を前記各軸補正係数と前記工具径路パターンに沿った方向に基づいて補正して、加工時の切削条件となる工具の回転数及び送り速度を演算する加工時切削条件演算手段と、

前記加工時切削条件演算手段により演算された切削条件と前記工具径路パターンに従ってNCデータを生成するNCデータ生成手段と

を備えたことを特徴とするNCデータ作成装置。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明は、立体加工のNCデータを作成する装置に関する。

【従来技術】

従来、立体加工を行う場合には、工作物を工作

物テーブルに固定して、ボールエンドミル等の工具と工作物を相対的に3次元に移動させながら加工している。

そして、工作物の固定の方法によっては、加工の方向、切削条件を変更しなければならないが、実際の加工の場合においては、作業者がテスト切削等を行ってから決定していた。

#### 【発明が解決しようとする課題】

加工領域を加工するための工具経路を予め決めておき工作物の固定方法を決定した後においては、切削力が固定力を上回るような方向には、工作物が切削力により移動するため加工できない。このため、作業者は、実際の加工に先立ち、工具経路に沿ってテスト切削を行って切削条件である工具の回転数及び送り速度を決定していた。このように、現状には経験が必要とし、多くの時間を費やす無駄な作業が有り自動化、無人化の妨げとなっていた。

#### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するための発明の構成は、第1

基について補正して、加工時の切削条件となる工具の回転数及び送り速度を演算する加工時切削条件演算手段と、前記加工時切削条件演算手段により演算された切削条件と前記工具経路パターンに従ってNCデータを生成するNCデータ生成手段とを備えたことである。

#### 【作用】

固定力情報記憶手段から固定力情報が読み出され、固定力演算手段に入力される。固定力演算手段により演算された各軸固定力と、基準切削力記憶手段から読み出された各軸基準切削力が、補正係数演算手段に入力される。補正係数演算手段により各軸基準切削力に対する各軸固定力の比として各軸補正係数が演算される。一方属性情報記憶手段から属性情報が読み出され、切削条件演算手段に入力される。切削条件演算手段により各座標軸方向に沿って指令された工作物を指令された工具で加工する時の各軸基準切削力を生じるに必要な切削条件である工具の回転数及び送り速度が演算される。この工具の回転数及び送り速度と、補

図にその概念を示すように、工作物を回転工具により立体加工する工作機械のNCデータを作成する装置において、工具経路パターンを記憶した経路パターン記憶手段と、各座標軸方向に沿って基準切削条件で加工する場合の切削力を各軸基準切削力として記憶した基準切削力記憶手段と、工作物を固定する固定力情報を記憶した固定力情報記憶手段と、前記固定力情報から各座標軸方向毎の固定力の総和を各軸固定力として演算する固定力演算手段と、各座標軸方向毎の前記各軸基準切削力に対する前記各軸固定力の比を各軸補正係数として演算する補正係数演算手段と、切削力を決定する工具及び工作物に関する属性情報を記憶した属性情報記憶手段と、各座標軸方向に沿って工作物を指令された工具で加工する時に前記各軸基準切削力を生じるに必要な切削条件である工具の回転数及び送り速度を前記属性情報から演算する切削条件演算手段と、前記切削条件演算手段により演算された工具の回転数及び送り速度を前記各軸補正係数と前記工具経路パターンに沿った方向に

正係数演算手段により演算された各軸補正係数とから経路パターン記憶手段に記憶された工具経路パターンに沿った方向に基づいて、加工時切削条件演算手段により加工時の切削条件となる工具の回転数及び送り速度が演算される。そして演算された工具の回転数及び送り速度がNCデータ生成手段に入力され工具経路パターンに従ってNCデータが生成される。

#### 【実施例】

以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。第2図において10は数値制御装置であり、この数値制御装置10には、サーボモータ駆動回路DUX、DUY、DUZ、シーケンスコントローラ11が図略のインタフェースを介して接続されている。

一方、20は前記構成の数値制御装置によって制御されるマシニングセンタ形の工作機械であり、前記サーボモータ駆動回路DUX、DUY、DUZのそれぞれによって駆動されるサーボモータ22、21、23の回転によって、工作物Wを支持

する工作物テーブル25と、主軸モータSMによって駆動される主軸26を軸架する主軸ヘッド24との間の相対位置が3次元的に変更される。また、27は複数種類の工具を保持する工具マガジンであり、図略のマガジン割出装置と工具交換装置28とによって工具マガジン27内の工具が選択的に主軸26に装着されて工作物Wの加工が行われる。

又、シーケンスコントローラ11には、コンピュータ12と主軸モータSMの回転数を制御する主軸モータ駆動回路15とが接続されている。このコンピュータ12はマイクロプロセッサ12a、クロック信号発生回路12b、ROM12c、RAM12d、固定ディスク12e、インタフェース12f、12g、12hによって主に構成され、インタフェース12hにはキーボード14とCRT表示装置13が接続されている。

又、コンピュータ12の固定ディスク12e内には、工具経路パターン、各座標軸及び方向毎の基準切削力情報、各種の属性情報及び種々の固定

力情報が記憶される。例えば、第3図(a)に示すように、経路パターンを特定するパターン番号毎に、パターンとそのパターンで加工した時の加工精度とを記憶した工具経路パターンファイルと、第3図(b)に示すように、各座標軸及び方向毎の各軸基準切削力を工具による工作物切削時における工作物と工具との位置関係(以下、干渉という)の態様毎に記憶した基準切削力情報ファイルと、第3図(c)に示すように、n種の固定箇所と固定方法と各固定方法で固定した時の固定力とを記憶した固定力情報ファイルと、第3図(d)に示すように、加工領域を特定する加工領域番号毎に、加工領域の寸法値と、寸法精度、面精度等の品質評価値と、その他、加工種類、工作物の材質、工作物と工具との干渉の態様等を記憶した図面情報ファイルと、第3図(e)に示すように、工具を特定する工具番号毎に、工具径、工具長、セッティング長等の寸法値と、加工精度等の品質評価値と、属性情報、その他工具種類等を記憶した工具情報ファイルと、第3図(f)に示すように、工作物を特定する工作物

番号毎に、工作物の材質、仕上げの種類、属性情報等を記憶した工作物情報ファイルとが形成されている。

次に、MPU12aの処理手順を第4図のフローチャートに基づいて説明する。

ステップ100～106は固定ディスク12eに第3図に示す各データファイルを形成するためのステップである。ステップ100で第3図(a)に示す工具経路パターンを、ステップ102で第3図(b)に示す各軸方向毎の基準切削力情報を、ステップ104で各軸固定力を演算するための第3図(c)に示す固定力情報を、ステップ106で工作物及び工具に関する属性情報を含む第3図(d)、(e)、(f)に示すデータを加工領域番号、工具番号、工作物番号毎に、それぞれ、キーボード14から固定ディスク12eに入力する。このように、一度、固定ディスク12eに第3図に示すようなデータファイルが作成された後のNCデータを作成する場合には、ステップ108以下の実際の加工態様を特定するためのパターン番号、固定方法、加工領域番号、工具

番号、工作物番号等の入力処理から実行される。

ステップ108で実際の加工時における各軸固定力を演算するに必要な実際の固定方法を指定した情報を、ステップ110で実際の加工態様における各軸基準切削力の選択及び切削条件の演算に必要な加工領域番号、工具番号、工作物番号等の情報を、ステップ112で実際の加工時の経路パターンを特定するパターン番号を、それぞれ、キーボード14からRAM12dに入力する。

次にステップ114に移行して、ステップ108により指定された加工時の固定方法に対応して、第3図(c)に示す固定力情報ファイルから各固定力が検索され、その各固定力から後述するような方法により実際の加工時の各軸方向の固定力の総和が各軸固定力として演算される。各軸固定力は各座標軸方向の実際の固定力であり、実際の加工時の切削力の各座標成分が、各軸固定力以上となる場合には、工作物が移動するため切削が不可能となる。

ここで、各軸方向毎の固定力の総和の算出につ

いて、第5図を用いて説明する。

工作物Wは、工作物テーブル25上に第5図のように固定されている。31、32、33は工作物テーブル25上に植設された工作物位置決めピンであり、工作物Wは、工作物位置決めピン31、32、33に、それぞれA、B、C点で当接させた後、工作物押え板34、35のそれぞれP、Q点にて、工作物Wと略同じ高さの補助ブロック36、37を利用して、工作物テーブル25上にボルト38、39とナット40、41を使用し押え付け固定される。

このように固定されることにより、工作物Wには、第5図のA、B、C、P、Q、S各点に図示されたように、X、Y、Z各軸の(+)と(-)方向に各軸方向毎の固定力が発生する。したがって、X、Y、Z各軸の(+)と(-)方向の各軸固定力(各軸方向毎の固定力の総和)  $FF_{.x}$ 、 $FF_{-x}$ 、 $FF_{.y}$ 、 $FF_{-y}$ 、 $FF_{.z}$ 、 $FF_{-z}$ は、

$$FF_{.x} = FF_{.x,1} + FF_{.x,2} + FF_{.x,3} + FF_{.x,4} + FF_{.x,5}$$

即ち、上述した固定力の総和と、X、Y、Z各軸の(+)と(-)方向毎に対応した基準切削力とにより、次式にて求められる。

(補正係数) = (固定力の総和) / (基準切削力)

つまり、補正係数を  $\beta_{.x,1}$ 、 $\beta_{-x,1}$ 、 $\beta_{.y,1}$ 、 $\beta_{-y,1}$ 、 $\beta_{.z,1}$ 、 $\beta_{-z,1}$  ( $i = 1, 2, \dots$ )

とすると、

$$\beta_{.x,1} = FF_{.x} / SF_{.x,1}$$

$$\beta_{-x,1} = FF_{-x} / SF_{-x,1}$$

$$\beta_{.y,1} = FF_{.y} / SF_{.y,1}$$

$$\beta_{-y,1} = FF_{-y} / SF_{-y,1}$$

$$\beta_{.z,1} = FF_{.z} / SF_{.z,1}$$

$$\beta_{-z,1} = FF_{-z} / SF_{-z,1}$$

$$\beta_{.x,2} = FF_{.x} / SF_{.x,2}$$

$$\beta_{-x,2} = FF_{-x} / SF_{-x,2}$$

$$\beta_{.x,3} = FF_{.x} / SF_{.x,3}$$

$$FF_{-x} = FF_{-x,1} + FF_{-x,2}$$

$$FF_{.y} = FF_{.y,1} + FF_{.y,2} + FF_{.y,3}$$

$$FF_{-y} = FF_{-y,1} + FF_{-y,2}$$

$$FF_{.z} = FF_{.z,1}$$

$$FF_{-z} = FF_{-z,1} + FF_{-z,2}$$

として求められる。

次にステップ116に移行して、ステップ110で入力された加工領域番号により第3図(c)に示す図面情報ファイルから工作物と工具との干渉態様を検索し、その干渉態様により第3図(d)に示す基準切削力情報ファイルよりその干渉態様に対応した各軸基準切削力を検索する。この各軸基準切削力は所定の干渉態様状態において、各座標軸方向に基準工具により基準回転数Sと基準送り速度Pで基準工作物を加工する時に発生する切削力と定義される。又、その各軸基準切削力は工具の回転方向と送り方向との関係から座標軸に対する向きにより異なる。そして、その各軸基準切削力に対するステップ114で演算された各軸固定力との比を各軸補正係数として演算する。

$$\beta_{.x,2} = FF_{.x} / SF_{.x,2}$$

$$\beta_{-x,2} = FF_{-x} / SF_{-x,2}$$

$$\beta_{.x,3} = FF_{.x} / SF_{.x,3}$$

として求められる。

ここで、補正係数がX、Y、Z各軸の(+)と(-)方向毎に複数存在するのは、工作物と工具の干渉状態が複数存在することにより、その基準切削力が複数存在するからである。

次にステップ118に移行して、ステップ110で指定された工具番号より第3図(e)の工具情報ファイルから工具番号に対応した工具回転数係数 $\alpha_{1s}$ と工具送り速度係数 $\alpha_{1r}$ とが検索される。又、ステップ110で指定された工作物番号より第3図(f)の工作物情報ファイルから工作物番号に対応した工作物回転数係数 $\alpha_{2s}$ と工作物送り速度係数 $\alpha_{2r}$ が検索される。指定工具で指定工作物を切削する実際の加工状態の場合には、干渉状態が同じでも上記の各軸基準切削力を生じるような工具の回転

数SSや送り速度PPは、基準回転数 $S_0$ と基準送り速度 $P_0$ から変移する。例えば、工作物材質が柔らかく、工具材質が硬く、工具径が小さい程、各軸基準切削力を生じるに必要な工具の回転数と送り速度は大きくすることが可能となる。従って、工具回転数係数 $\alpha_{1s}$ と工具送り速度係数 $\alpha_{1p}$ は工具の形状や性質に依存し、工作物回転数係数 $\alpha_{2s}$ と工作物送り速度係数 $\alpha_{2p}$ は工作物の性質に依存して変化する係数となる。そして、工具回転数係数 $\alpha_{1s}$ と工具送り速度係数 $\alpha_{1p}$ は、指定工具を用いて基準加工物体を各軸基準切削力で切削する場合の工具の回転数SSの基準回転数 $S_0$ に対する比と送り速度PPの基準送り速度 $P_0$ に対する比でそれぞれ定義される。また、工作物回転数係数 $\alpha_{2s}$ と工作物送り速度係数 $\alpha_{2p}$ は基準工具を用いて指定加工物体を各軸基準切削力で切削する場合の工具の回転数SSの基準回転数 $S_0$ に対する比と送り速度PPの基準送り速度 $P_0$ に対する比でそれぞれ定義される。

従って、指定工作物を指定工具を用いて各軸基準切削力で加工する場合の工具の回転数SSと送り

速度PPは次式で演算することができる。

$$SS = \alpha_{1s} \cdot \alpha_{2s} \cdot S_0 \quad \dots(1)$$

$$PP = \alpha_{1p} \cdot \alpha_{2p} \cdot P_0 \quad \dots(2)$$

次にステップ120に移行して、指定された径路パターンに従って各径路位置において最適な工具の回転数Sと送り速度Fとが演算される。即ち、径路パターン上の任意点において切削方向(X, Y, Z座標軸に対する方向余弦 $l, m, n$ で付与される)と径路パターンと加工領域とからその径路位置における干渉態様が決定される。そして、ステップ116で演算された各干渉態様毎の各軸補正係数から特定された干渉状態の各軸補正係数が選択され、その位置の方向余弦をその各軸補正係数で割った値、 $l/\beta_{x,i}, m/\beta_{y,i}, n/\beta_{z,i}$ が演算され、その値が最も大きくなる場合の補正係数が選択される。即ち、実際の加工時にとり得る最大の切削力は、径路パターンに沿って切削するとき、切削力の各座標成分の各軸固定力に対する割合が最も大きくなる座標の固定力により制限される。その選択された方向余弦と補正係数との比を $w/\beta$ と表

現すると、実際の加工時にとり得る最大の回転数Sと送り速度Fは次式により求められる。

$$S = SS \cdot \beta / W = \alpha_{1s} \cdot \alpha_{2s} \cdot S_0 \cdot \beta / W \quad \dots(3)$$

$$F = PP \cdot \beta / W = \alpha_{1p} \cdot \alpha_{2p} \cdot P_0 \cdot \beta / W \quad \dots(4)$$

そして、ステップ122に移行して、図面情報から決定される切削モード、即ち、荒切削、仕上切削等のモードにより制限される工具の回転数、送り速度を考慮して、最終的にその切削モードで切削可能な工具の最大回転数及び最大送り速度が決定され、ステップ112にて指定された工具径路パターンに従って、NCデータが生成され本プログラムが終了する。

#### 【発明の効果】

本発明は、各座標軸方向の各軸固定力を演算し、その各軸固定力と基準工作物を基準工具を用いて基準回転数及び基準送り速度で加工した時の各座標軸方向に発生する各軸基準切削力との比を補正係数として演算し、基準回転数及び基準送り速度を指定工作物及び指定工具により補正した値と、前記補正係数と、径路パターンによる加工方向と

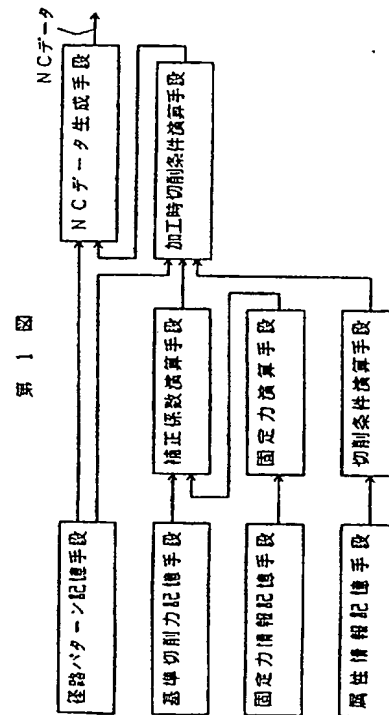
から実際の加工時にとり得る最大の工具の回転数と送り速度を求めて、そのデータに基づきNCデータを作成するようにしているので、従来の、作業者が実際の加工に先立ち、工具径路に沿ってテスト切削を行って切削条件である工具の回転数及び送り速度を決定するという煩雑さが解消される。また、自動作成されるNCデータは、可能な範囲で高速の回転数と送り速度とが設定されるため、加工時間が短縮され効率の良い加工が行われるという効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

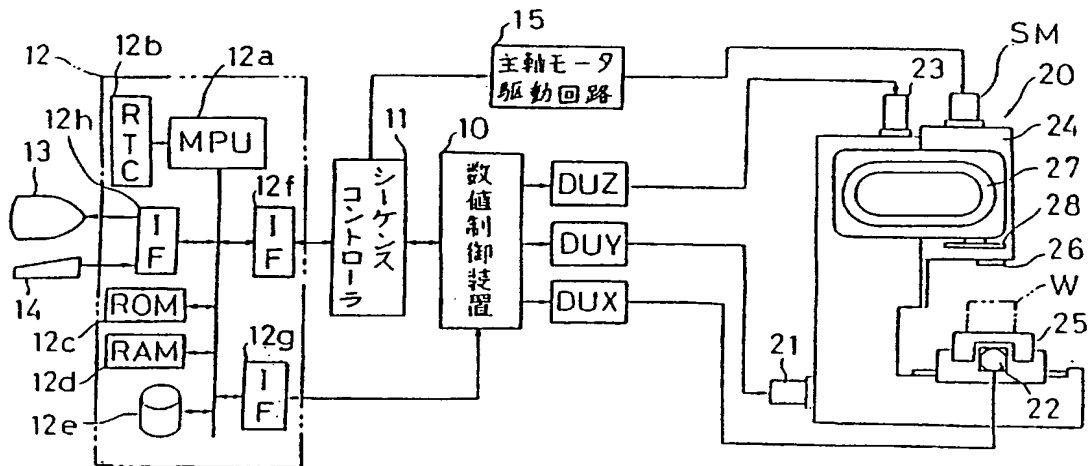
第1図は本発明の概念を示した構成図。第2図は本発明の具体的な一実施例に係るNCデータ作成装置を有する数値制御装置及び工作機械の構成を示した構成図。第3図は工具径路パターン、基準切削力情報、固定力情報、属性情報等の各データ構造を示した説明図。第4図は同実施例装置で使用されているCPUの処理手順を示したフローチャート。第5図は同実施例における工作物の工作物テーブルへの取り付けを示す機構図である。

10 ……数値制御装置 12 ……コンピュータ 12  
a ……マイクロプロセッサ 12e ……固定ディスク  
20 ……工作機械 21, 22, 23 ……サーボモ  
ータ 25 ……工作物テーブル SM ……主軸モータ  
W ……工作物

特許出願人 豊田工業株式会社  
代理人 弁理士 藤谷 修



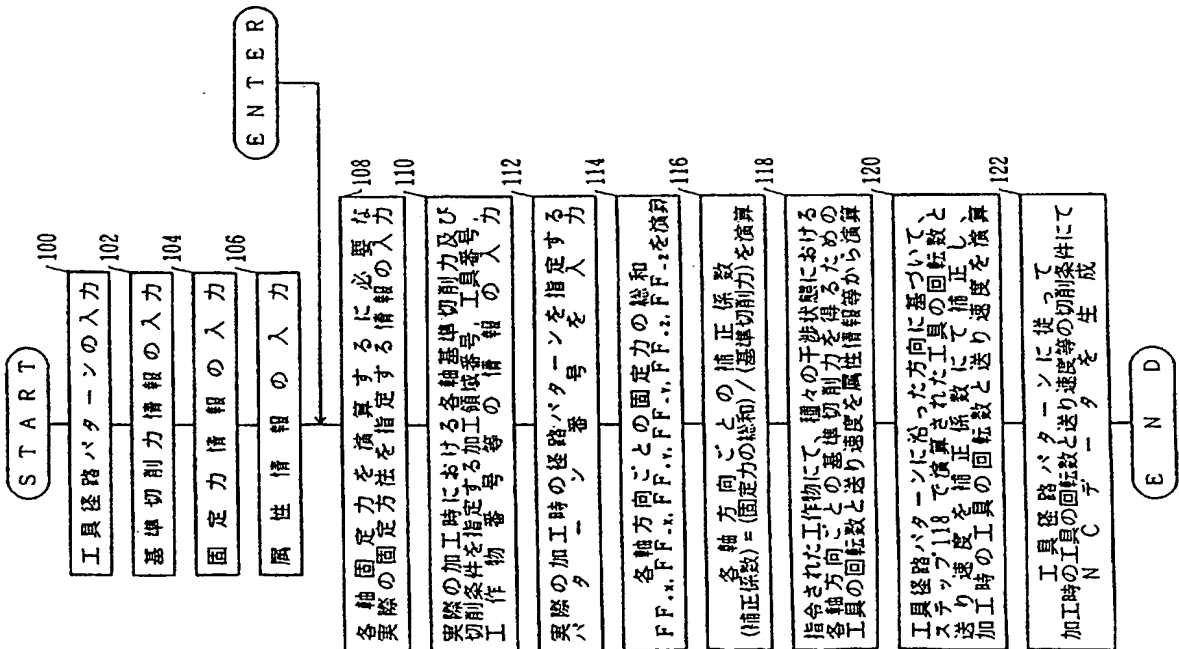
第 2 図



第 3 図

| (a)<br>工具径路パターン | (b)<br>基準切削力情報 | (c)<br>固定力情報 | (d)<br>図面情報<br>(仕上面) | (e)<br>工具情報                | (f)<br>工作物情報                |
|-----------------|----------------|--------------|----------------------|----------------------------|-----------------------------|
| パターン番号          | 軸<br>方向        | 固定箇所 1       | 加工領域番号               | 工具番号                       | 工作物番号                       |
| パターン            | X              | 固定方法 1       | 加工領域                 | 工具種類                       | 工作物材質                       |
| 加工精度            | Y              | 固定力 1        | 寸法精度                 | 工具径                        | 粗/精仕上                       |
|                 | Z              | 固定箇所 2       | 面精度                  | 工具長                        | 工作物回転数<br>係数 $\alpha_{21}$  |
|                 |                | 固定方法 2       | 加工種類                 | セッティング長                    | 工作物送り速度<br>係数 $\alpha_{31}$ |
|                 |                | 固定力 2        | 工作物材質                | 先端角度                       |                             |
|                 |                |              | 干渉の壁様                | 加工精度                       |                             |
|                 |                | 固定箇所 n       |                      | 工具材質                       |                             |
|                 |                | 固定方法 n       |                      | 工具回転数<br>係数 $\alpha_{1n}$  |                             |
|                 |                | 固定力 n        |                      | 工具送り速度<br>係数 $\alpha_{1n}$ |                             |

第 4 図





第 5 図

